Journal of Agricultural Economics and Development

Homepage: https://jead.um.ac.ir

Research Article

Vol. 38, No. 1, Spring 2024, p. 1-18

Identifying and Prioritizing Factors Affecting the Sustainability of the Agricultural Supply Chain with the Fuzzy DEMATEL and Fuzzy SWARA Approach in the Era of Covid-19: A Case Study

P. Sarani[1], A. Shahraki[2*], S.A. Banihashemi[3]

1 and 2- Master's Student and Associate Professor, Department of Industrial Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran, respectively.

(*- Corresponding Author Email: shahrakiar@hamoon.usb.ac.ir)

3- Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Payame Noor University, Tehran, Iran

Received: 16-05-2023
Revised: 30-10-2023
Accepted: 08-01-2024
Available Online: 08-01-2024

How to cite this article:
Sarani, P., Shahraki, A., & Banihashemi, S.A. (2024). Identifying and prioritizing factors affecting the sustainability of the agricultural supply chain with the Fuzzy DEMATEL and Fuzzy SWARA approach in the era of Covid-19: A case study. *Journal of Agricultural Economics & Development, 38*(1), 1-18. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jead.2024.82402.1193

Introduction

There is no doubt that the Covid-19 pandemic has had numerous adverse impacts on every aspect of human existence. In times of crises like epidemics throughout history, ensuring a sufficient food supply has always been a crucial concern. Given that the agricultural sector plays a vital role in the food supply chain and maintaining sustainability in this sector is essential for food security, this study aims to identify and prioritize the factors that influence the sustainability of the agricultural supply chain, specifically focusing on the wheat crop, during and after the Corona era.

Materials and Methods

Based on the research background, the factors that impact the sustainability of the agricultural supply chain were determined. In the agricultural sector, like previous studies on supply chain sustainability, the study focused on the three dimensions of sustainability: economic, social, and environmental. However, experts suggest that the study is more centered on these three dimensions, which are particularly significant in the agricultural industry. By utilizing the Fuzzy Delphi method, 28 sub-criteria related to these hidden sustainability variables were identified. The Fuzzy DEMATEL method was then employed to examine cause-and-effect relationships and the interaction between criteria. Finally, the Fuzzy method was used to determine the degree of importance and weight of these criteria.

Results and Discussion

To achieve sustainable agriculture, research centers should prioritize the necessary research in this field, as highlighted by Sharghi *et al*. (2010). Farmers who possess more information about sustainability have been found to have more sustainable farms, confirming a direct correlation between these two factors (Afrous & Abdollahzadeh, 2011). The outcomes of the present study align with previous research, demonstrating that the level of attention given by research organizations to required research on sustainability is the most influential criterion within the causal group

https://doi.org/10.22067/jead.2024.82402.1193

of sustainable procurement with a weight of 3.34, it holds the highest importance in the ranking according to the SWARA method. Updating and sharing information in DEMATEL's method has the fourth highest impact on other factors in the cause-and-effect group. However, in the SWARA's method was found to be the second most important factor, with a weight of 0.2403. Another study confirmed that the three main limitations of sustainable wheat production are the farmers' limited knowledge, lack of approved and resistant seeds, and inadequate management systems, especially for weeds. The use of local suppliers, specifically utilizing stored seeds from farmers, can lead to the spread of diseases and an increase in weed populations (Husenov *et al*., 2017). The proliferation of weeds leads to the squandering of production resources and a decrease in production levels. The most impactful factor for the sustainability of the wheat supply chain, as determined by the causal group, is the requirement of collaborating with an ISO-certified supplier. This criterion holds a significant weight of 0.4915 and is essential for achieving sustainable supply and design. Recognizing the significance of this criterion is crucial to enhance production and mitigate the risk of potential diseases. However, farmers, due to the expensive cost of modified seeds, resort to utilizing seeds from their previous crop. Based on the Fuzzy DEMATEL method, water consumption management ranked fifth among the criteria that influence other criteria. However, according to the Fuzzy SWARA method, it ranked second with a weight of 0.251. With water resources being scarce in the region, it is crucial to use water efficiently and prevent wastage, as this will positively impact productdid not support the significance of stopping gray marketing of products. According to experts, this study determined that the most effective criteria for the causal group in stabilizing the agricultural supply chain of wheat products during the Covid-19 era is to stop gray marketing. This criterion received the highest degree of importance, with a weight of 0.4469, in the dimension of sustainable distribution.

Imports decreased because of the restrictions and quarantine measures, which led to a shortage of seeds for crops like wheat that relied on imports. Social distancing measures also caused a shortage of labor in agriculture, leading to a significant reduction in farming activities. By focusing on supply and sustainable design during epidemics and crises, there is an ability increased to manage the supply chain and positively impact other aspects of production sustainability.

Conclusion

Based on the results obtained, increasing farmers' awareness, and utilizing approved seeds can prevent resource wastage and enhance the stability of the supply chain. Additionally, reducing gray market activities can contribute to the supply chain's stability and ultimately enhance food security. Effective management of water consumption is also crucial for ensuring the sustainability of the supply chain, particularly due to the water scarcity crisis in the region. Enhancing the stability of the supply chain not only facilitates resilience during crises like Covid-19 but also promotes self-sufficiency in producing agricultural products essential for Iranian households, including wheat, which is a fundamental necessity.

Keywords: Agriculture, Fuzzy DEMATEL, Fuzzy SWARA, Sustainability, Supply chain

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
https://jead.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳، ص. ۱۸-۱

شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر پایداری زنجیره تأمین کشاورزی با رویکرد دیمتل فازی و سوارا فازی در دوران کووید-۱۹ (مطالعه موردی)

پرستو سارانی[۱]- علیرضا شهرکی[۲*]- سیدعلی بنی هاشمی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۸

چکیده

بی‌شک همه‌گیری کووید-۱۹ اثرات منفی زیادی را بر تمامی جنبه‌های زندگی بشر وارد کرده است. در سراسر تاریخ، تأمین مواد غذایی در طی بحران‌هایی نظیر همه‌گیری‌ها، موضوعی حائز اهمیت بوده است. از آنجایی که بخش کشاورزی، بخشی دارای اهمیت در زنجیره تأمین مواد غذایی می‌باشد و در میان محصولات کشاورزی گندم از اهمیت خاصی برخوردار است؛ لذا این پژوهش با هدف شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر پایداری زنجیره تأمین کشاورزی با تمرکز بر محصول گندم، در دوران کرونا و پس از آن صورت گرفت. شناسایی عوامل مؤثر بر پایداری زنجیره تأمین کشاورزی براساس پیشینه پژوهش صورت گرفت و سپس این عوامل با روش دلفی نهایی شدند. بررسی روابط علی و معلولی و تعامل معیارها با یکدیگر با روش دیمتل فازی صورت گرفت. سپس رتبه‌بندی معیارها به کمک روش سوارا فازی انجام شد. نتایج روش دلفی منجر به شناسایی سه بعد تدارکات پایدار، تأمین و طراحی پایدار و توزیع پایدار در حوزه پایداری شد که هر یک دارای زیرمعیارهایی بودند. مطابق نتایج بدست آمده در روش دیمتل توجه سازمان‌های تحقیقاتی به تحقیقات مورد نیاز در رابطه با پایداری در زیر معیارهای تدارکات پایدار، همکاری با تامین کننده دارای گواهینامه ISO در زیر معیارهای تأمین و طراحی پایدار، توقف بازاریابی خاکستری محصولات در زیر معیارهای توزیع پایدار، مؤثرترین معیارها در زنجیره تأمین کشاورزی محصول گندم در دوران کووید-۱۹ شناسایی شدند. همچنین میزان اهمیت این معیارها در روش سوارا فازی تعیین شد. با توجه به نتایج پژوهش بالا بردن سطح آگاهی کشاورزان در رابطه با پایداری و همچنین استفاده از بذرهای تأیید شده باعث جلوگیری از هدر رفتن منابع شده و پایداری زنجیره تأمین را افزایش می‌دهد. همچنین توقف بازاریابی خاکستری در زنجیره تأمین گندم باعث پایداری زنجیره تأمین در جهت افزایش امنیت غذایی خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: پایداری، تکنیک دیمتل فازی، زنجیره تأمین، سوارا فازی، کشاورزی

مقدمه

همه‌گیری کووید-۱۹ نه تنها یک بحران بهداشتی، بلکه یک بحران اقتصادی و انسانی آسیب‌زا نیز بوده است. قرنطینه سراسری به دلیل گسترش کووید-۱۹، در اقتصاد کشورها خلل ایجاد کرده است. گسترش و شیوع بیماری کووید-۱۹ بر کل فرآیند زنجیره تأمین مواد غذایی که از مهم‌ترین بخش‌های اقتصاد است، تأثیرگذار بوده‌است؛ به طوری‌که سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (FAO[۴]) بیان می‌کند که کووید-۱۹ از دو جنبه مهم عرضه و تقاضا برای غذا، بر زنجیره تأمین کشاورزی تأثیر می‌گذارد (FAO, 2020). عرضه و تقاضای غذا به‌طور مستقیم با جنبه امنیت غذایی مرتبط است. بنابراین امنیت غذایی جهانی نیز در خطر است. دولت‌ها در سراسر جهان اقداماتی مانند

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: shahrakiar@hamoon.usb.ac.ir)
۳- استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

https://doi.org/10.22067/jead.2024.82402.1193

4- Food and Agriculture Organization of the United Nations

سیاست‌های فاصله‌گذاری اجتماعی و قرنطینه مدنی برای جلوگیری از گسترش ویروس روی آورده‌اند. تأثیر بازداشتن افراد از توانایی کار و فعالیت، ملاقات و معاشرت به شدت به فعالیت‌های اقتصادی، به‌ویژه در بخش خدمات و کشاورزی آسیب وارد کرده است (Barichello, 2020).

کشاورزی به‌عنوان بخش مهمی از اقتصاد جهان شناخته شده که عمدتا در کشورهای در حال توسعه، نقش حیاتی دارد و نیازهای اصلی انسان‌ها از جمله اشتغال، درآمد و غذا را در سراسر جهان پاسخ می‌دهد (Workie *et al.*, 2020).

علاوه بر این، اعلام قرنطینه سراسری منجر به کمبود نیروی کار، کمبود دسترسی به موادی مانند کود، عدم تعادل در عرضه و تقاضا و مشکلات مرتبط با زمان پس از برداشتن محدودیت‌های قرنطینه و فاصله‌گذاری اجتماعی شد (شکل ۱) (Maggo, 2020).



شکل ۱- تأثیرات همه‌گیری کووید-۱۹ بر سیستم‌های کشاورزی (Sridhar *et al.*, 2022)

Figure 1- The effects of the Covid-19 pandemic on agricultural systems (Sridhar *et al.*, 2022)

زنجیره تأمین کشاورزی شامل سه جنبه اصلی از جمله ورودی‌های بخش کشاورزی، پردازش و ذخیره‌سازی و حمل و نقل و توزیع می‌باشد (Sharma *et al.*, 2020). پایداری به‌عنوان یک چشم‌انداز استراتژیک صنعتی مهم ظهور کرده است که از مرزهای سازمان گسترش یافته و زنجیره تأمین را نیز در بر می‌گیرد (Negri *et al.*, 2021). مدیریت زنجیره تأمین پایدار به‌عنوان فرآیند تبدیل ورودی به خروجی با استفاده مؤثر از منابع و بهبود زندگی اجتماعی و محیطی شناخته می‌شود. اجرای توسعه پایدار مستلزم استفاده بهینه از تمام مواد خام تولید شده توسط سیستم‌های غذایی و فعالیت‌های یکپارچه در تمام مراحل زنجیره غذایی است. تلاش‌های توسعه پایدار با کاهش تلفات پس از برداشت

محصولات آغاز می‌شود، (Galanakis, 2019; Khan *et al*., 2017; Sarfarazi *et al*., 2020).

زنجیره تأمین مواد غذایی از مهم‌ترین زنجیره‌های تأمین است چرا که به‌طور مستقیم با سلامت جوامع انسانی سر و کار دارد. بی‌شک غلات بالاترین سهم را در سبد غذایی جوامع بشری دارد و به‌عنوان غذای پایه در الگوی غذای روزانه مردم شناخته می‌شود. در این میان گندم به‌عنوان یکی از محصولات اساسی کشاورزی کشور با ارزش غذایی بالا و از پر مصرف‌ترین و مهم‌ترین محصولات کشاورزی است که در تأمین امنیت غذایی کشور نقش مهم و قابل توجهی دارد (Hashemi Nejad *et al*., 2020; Sardar Shahraki & Ghaffari Moghdam, 2023). از این جهت بررسی و بهبود زنجیره تأمین گندم، دارای اهمیت است. بروز رخدادهای پیش‌بینی نشده مانند بحران‌های اقتصادی، اجتماعی، محیطی و بروز بیماری‌های همه گیر، سبب ایجاد اختلال در زنجیره تأمین می‌شوند (Frederico, 2021). خطرات موجود در زنجیره تأمین کشاورزی، بر سطوح خدمات، پاسخگویی و هزینه تأثیر منفی می‌گذارد. مدیریت ریسک‌های موجود در زنجیره تأمین کشاورزی مستلزم درک کامل انواع مختلف تهدیدها و منابع آن ها، تعاملات ریسک و وابستگی متقابل، انتشار ریسک و اثرات آن‌ها است که به شدت بر عملکرد عملیاتی زنجیره تأمین کشاورزی تأثیر می‌گذارد. از آنجایی که کووید-۱۹ یک واقعه غیرقابل پیش‌بینی بوده و رفتار آن در آینده نیز به‌طور حتم نمی‌تواند مورد تعریف و پیش‌بینی قرار گیرد، لذا تمرکز بر عوامل مؤثر در پایداری زنجیره تأمین می‌تواند برای بهبود زنجیره تأمین کشاورزی در طی کووید-۱۹ و کاهش اثرات منفی اقتصادی به کشاورزان و جامعه مفید واقع شود. همچنین زنجیره تأمین پایدار در بالا بردن سودآوری مالی، کمینه کردن اثرات نامساعد اجتماعی و تاثیرات ناگوار محیطی تأثیر بسزایی دارد.

اجرای مدیریت زنجیره تأمین پایدار یکی از مهم‌ترین بخش‌های استراتژی‌های پایدار است. شناسایی عوامل خاص برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار یک راهنما مناسب برای مدیران جهت دستیابی به موفقیت محسوب می‌شود (Panjeh Fouladgaran & Bahiraie, 2014). به منظور افزایش پایداری زنجیره تأمین کشاورزی محصول گندم، این پرسش مطرح است که عوامل مؤثر بر پایداری زنجیره تأمین کدامند و کدام عامل از اهمیت بیشتری برخوردار است؟

رضایی‌فر و همکاران (Rezaeifar *et al*., 2023) به مطالعه‌ای با موضوع طراحی الگوهای پایدار برای کشاورزی تحت شرایط بحرانی (همه‌گیری کووید-۱۹) با رویکرد فازی پرداختند. نتایج بدست‌آمده از روش دیمتل فازی نشان داد که شرایط بحرانی (کووید-۱۹)، عوامل محیطی، عوامل آموزشی، عوامل بهداشتی و عوامل اقتصادی دارای بیشترین میزان تأثیرگذاری بودند. معیار شرایط بحرانی (کووید-۱۹) بیشترین تأثیر و قوی ترین رابطه را با سایر معیارها دارد. همچنین مطابق نتایج روش DANP فازی عوامل محیطی، عوامل اجتماعی، شرایط بحرانی (کووید-۱۹)، عوامل سلامت، عوامل کارآفرینی مهمترین معیارهای الگوی پایدار کشاورزی در شرایط بحرانی هستند.

هاشمی فشارکی و صفرزاده (Hashemi Fesharaki & Safarzadeh, 2022) به مدلسازی طراحی شبکه زنجیره تأمین پایدار برای صنایع غذایی_کشاورزی با در نظر گرفتن اثرات اجتماعی و زیست محیطی به کمک روش دیمتل فازی پرداختند. نتایج نشان داد که در بعد اقتصادی، استفاده از فناوری بالا در تولید و ارائه انواع مرکبات با استفاده از صنایع واسطه‌ای و تبدیلی بیشترین کارایی را دارد. معیارهای خرید و استفاده از کود دامی به جای استفاده از کودهای شیمیایی کارایی بسیار بالایی دارد. در بعد زیست‌محیطی، کاهش یا حذف تولید زباله با استفاده از مواد قابل بازیافت و سازگار با محیطزیست بیشترین تأثیر را دارد. در بعد اجتماعی، تصویر ذهنی مثبت از مشتریان رویکرد مثبت‌تری به تولیدکنندگانی دارد که از زنجیره تأمین پایدار استفاده می‌کنند و بیشترین تأثیر را دارد. نتایج همچنین نشان داد که مهم‌ترین عامل در پایداری زنجیره تأمین کیفیت مرکبات است.

نتایج مطالعه فتحی و صادقی (Fathi & Sadeghi, 2021) با موضوع شناسایی و رتبه‌بندی عوامل کلیدی موفقیت زنجیره بلوکی در زنجیره تأمین پایدار صنعت غذایی با رویکرد تلفیقی مدل‌سازی ساختاری تفسیری و دیمتل فازی نشان داد که مدیریت زنجیره تأمین پایدار با اجرای فناوری زنجیره بلوکی و با در نظر گرفتن شش ویژگی مهم یعنی شفافیت داده‌ها، قابلیت ردیابی، کیفیت، امنیت داده‌ها، قرارداد هوشمند و عدم تمرکز کارآمدتر می‌شود. همچنین نتایج اثبات کرد که شفافیت داده‌ها، عامل بسیار مهمی در زنجیره تأمین پایدار است.

نتایج مطالعه افضلی و زارع مهرجردی (Afzali & Zare Mehrjerdi, 2021) با عنوان تأثیر کرونا بر افول کسب و کار تعاونی های کشاورزی بیانگر این بود که مؤلفه کاهش پاسخگویی به نیازهای بازار با بار عاملی ۰/۸۹۸، مؤلفه کاهش میزان جذب سرمایه سرمایه گذاران با بار عاملی ۰/۸۲۷، مؤلفه کاهش ریسک‌پذیری با بار عاملی ۰/۷۵۱، مؤلفه کاهش بکارگیری و استفاده از نیروهای متخصص در بخش کشاورزی با بار عاملی ۰/۸۳، مؤلفه تولید محصولات متناسب با نیاز بازار عاملی ۰/۷۸۸ دارای بیشترین بار عاملی هستند.

احمدیان (Ahmadyan, 2021) به بررسی اثر ویروس کرونا در بخش کشاورزی و صنعت پرداخت. نتایج نشان داد که بر اثر ویروس کرونا، قیمت‌ها و هزینه تولید افزایش و تولید، سرمایه‌گذاری، اشتغال و مصرف کاهش یافته است. از سوی دیگر بررسی اثر شوک کرونا بر بخش های مختلف اقتصادی بیانگر این بود که با وجود اینکه شاهد کاهش تولید سرمایه‌گذاری و مصرف در بخش‌های خدمات و صنعت هستیم، این متغیرها در بخش کشاورزی در حال افزایش است. همچنین میزان کاهش تولید سرمایه‌گذاری مصرف در بخش صنعت بیشتر از سایر بخش‌ها بود.

طهماسبی روشن و همکاران (Tahmasbi Roshan *et al*.,

2019) در پژوهش خود به بررسی ابعاد مدیریت زنجیره تأمین پایدار در عملکرد پایداری تعاونی‌های کشاورزی استان مازندران پرداختند و نتایج حاصل از آزمون فرضیه‌ها حاکی از تأیید تأثیر طراحی پایدار، توزیع پایدار و بهبود سرمایه‌گذاری بر عملکرد اقتصادی، عملکرد اجتماعی و عملکرد زیست‌محیطی بود. نتایج آزمون فرضیهٔ مربوط به تدارکات پایدار دال بر وجود رابطه میان تدارکات پایدار و عملکرد اجتماعی و عملکرد زیست محیطی بود، اما رابطهٔ آن با عملکرد اقتصادی تأیید نشد.

کارماکر و همکاران (Karmaker *et al.*, 2021) به بهبود پایداری زنجیره تأمین در طی همه‌گیری کووید-۱۹در شهر بنگلادش پرداختند. برای دستیابی به این هدف، یک روش مبتنی بر تحلیل پارتو، نظریه فازی، مدل‌سازی ساختاری تفسیری فراگیر و تکنیک‌های ماتریس ضرایب اثر متقابل با هدف طبقه‌بندی، پیشنهاد گردید. یافته‌ها نشان داد که حمایت مالی دولت و شرکای زنجیره تأمین برای مقابله کردن با شوک‌های بی‌درنگ ناشی از کووید-۱۹ بر پایداری زنجیره تأمین، لازم است. همچنین ایجاد برنامه با در نظر گرفتن پروتکل‌های بهداشتی و خودکارسازی، برای پایداری بلند مدت زنجیره‌های تأمین ضروری می باشد. انتظار می‌رود که این یافته‌ها به مدیران صنعتی، شرکای زنجیره تأمین و سیاست‌گذاران دولتی کمک کند تا ابتکاراتی راجع به مسائل پایداری زنجیره تأمین در بستر همه‌گیری کووید-۱۹ را پیاده‌سازی نمایند.

میمکن و همکاران (Meemken *et al.*, 2021) در مطالعه خود به بررسی استانداردهای پایداری در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی جهانی پرداختند. در مطالعه آن‌ها اثرات بسیاری از استانداردهای پایداری متمایز بر روی ذینفعان زنجیره تأمین مختلف که چندین محصول را در بر می‌گیرند، بررسی شد. نتایج این پژوهش نشان داد که در حالی‌که استانداردهای پایداری می‌توانند به بهبود پایداری فرآیندهای تولید در شرایط خاص کمک کنند، اما برای اطمینان از پایداری سیستم غذایی در مقیاس کافی نیستند و همچنین اهداف سهام را در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی پیش نمی‌برند.

در مطالعه دیگری یانگ و همکاران (Yang *et al.*, 2017) به تجزیه و تحلیل عوامل موفقیت برای پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین پایدار با استفاده از تکنیک مدل‌سازی در چین پرداختند. در این مطالعه با مرور ۱۸۸ مقاله از سال ۱۹۹۴ تا سال ۲۰۱۶ به شناسایی مهمترین عوامل مؤثر بر موفقیت پرداخته شد. نتایج این تحقیق نشان داد که از بین ۱۵ عامل شناسایی شده موفقیت مدیریت زنجیره تأمین پایدار در بررسی ادبیات و از طریق همکاری با سایر محققان و متخصصان صنعتی، مزایای اقتصادی و آگاهی زیست‌محیطی تأمین‌کنندگان مهم ترین عامل بوده است. این عامل می‌تواند به شرکت‌های تجاری و سایر سازمان‌ها اجازه دهد تا چارچوب مدیریت زنجیره تأمین پایدار را با هدفمندی و پایداری در کسب و کار خود پیاده‌سازی کنند.

عادلی ساردوئی و همکاران (Adeli Sardooei *et al.*, 2011) به بررسی عوامل مؤثر بر پایداری عملیات کشاورزی در شهرستان جیرفت با مطالعه موردی بر روی محصول پیاز، سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی پرداختند. نتایج رگرسیون خطی-لگاریتمی نشان داد متغیرهای دانش کشاورزی پایدار، تعداد نیروی کار خانوادگی، سطح سواد، مشارکت اجتماعی، مالکیت خصوصی و نظام دام-زراعت بر پایداری عملیات کشاورزی اثر مثبت و میزان سطح زیر کشت تأثیر منفی داشت.

مدیریت زنجیره تأمین پایدار مدیریت مواد، اطلاعات و جریان‌های سرمایه و همکاری میان شرکت‌های زنجیره تأمین در یکپارچه‌سازی اهداف حوزه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی تعریف می‌کنند که بر عملکرد پایداری شرکت‌ها نیز تأثیر دارد (Cheng *et al.*, 2017). سیستم‌های غذایی نقش مهمی در دستیابی به اهداف توسعه پایدار مانند پایان دادن به گرسنگی از طریق دستیابی به امنیت غذایی، تغذیه بهبود یافته، تضمین مصرف و تولید پایدار جوامع ایفا می‌کنند (Nations, 2020). با وجود اهمیت زنجیره تأمین پایدار، تعداد مطالعات در حوزه پایداری زنجیره تأمین کشاورزی پایین بوده است. هدف این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر زنجیره تأمین پایدارکشاورزی در بحران کووید-۱۹ در بخش کشاورزی منطقه سیستان واقع در استان سیستان و بلوچستان می‌باشد. با توجه به اهمیت محصول گندم و اینکه منطقه سیستان بیشترین سطح زیر کشت گندم را داشته است، همچنین کشت گندم نقش بسزایی در اقتصاد این منطقه دارد و طبق آمار نامه زراعی سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ گندم حدود ۶۰ درصد از سطح زیر کشت زراعی منطقه سیستان را به خود اختصاص داده بود (Sardar Shahraki & Ghaffari Moghdam, 2023). این پژوهش با هدف شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر پایداری زنجیره تأمین گندم در دوران کووید-۱۹ صورت گرفته است. به‌منظور دستیابی به هدف پژوهش، ابتدا با مرور ادبیات عوامل مؤثر بر پایداری زنجیره تأمین کشاورزی با توجه به محصول گندم شناسایی شد، این عوامل به کمک روش دلفی نهایی‌سازی شدند. سپس به کمک روش دیمتل فازی ارتباط بین آن‌ها مشخص و در نهایت با استفاده از روش سوارا فازی رتبه‌بندی شدند.

روش پژوهش

مطالعه‌ی حاضر از لحاظ هدف، پژوهشی کاربردی، از لحاظ جمع آوری داده‌ها پژوهشی کتابخانه‌ای-میدانی و از نوع تجزیه و تحلیل داده‌ها پژوهشی آمیخته (کمی-کیفی) می‌باشد. جامعه آماری این پژوهش صاحب نظران اداره جهاد کشاورزی سیستان، خبرگان و کارشناسان در حوزه تاب‌آوری و پایداری زنجیره تأمین و اساتید دانشگاهی را شامل می‌شود. نمونه‌گیری این پژوهش با روش نمونه گیری هدفمند انجام شد. به این صورت که تعداد ۱۰ نفر از خبرگان و صاحب‌نظران سیستان در خصوص فرآیندهای تاب‌آوری و پایداری

زنجیره تأمین که دارای حداقل سابقه کار ۱۰ سال و حداقل مدرک تحصیلی کارشناسی بودند، به‌عنوان نمونه پژوهش انتخاب گردید. به بیان دیگر، شروط ورود به نمونه آماری پس از کسب رضایت و مشورت با مسئولان بالادستی جهت شناسایی میزان تجربه و مهارت کارکنان، سابقه کاری بالای ۱۰ سال و حداقل مدرک تحصیلی کارشناسی بود.

در ابتدا شناسایی و استخراج معیارهای پایداری با تکیه بر مطالعات کتابخانه‌ای و تحقیقات پیشین صورت گرفت. این معیارها با روش دلفی توسط نظرسنجی از خبرگان و صاحب‌نظران، مورد پایش و نهایی‌سازی قرار گرفتند. سپس به تعیین عوامل مؤثر و تأثیرپذیر در پایداری زنجیره تأمین کشاورزی با روش دیمتل فازی پرداخته‌شد و در نهایت میزان اهمیت هر یک از معیارها با روش سوارا فازی مورد سنجش قرار گرفت.

روش دلفی

روش دلفی، روشی سیستماتیک است که برای استخراج و توافق نظرات خبرگان و کارشناسان به کار برده می‌شود. خبرگانی که در رابطه با موضوع پژوهش دارای دانش و تخصص باشند، تحت عنوان اعضای پانل دلفی شناخته می‌شوند. این روش با استفاده از پرسشنامه طی مراحل متوالی صورت می‌پذیرد و هدف آن به حداقل رساندن میزان ناسازگاری در نظرات خبرگان و دستیابی به بهترین گزینه‌های هدف است (Rahmani *et al*., 2020). پرسشنامه دور اول بدون ساختار و دارای سوالات باز است که به اعضای پانل دلفی این امکان را می‌دهد تا نظرات خود را به صورت آزادانه در خصوص معیارهای مستخرج و جمع‌آوری شده از پیشینه پژوهش مطرح کنند و در صورت لزوم مطالبی راجع به موضوع را بر مطالب جمع‌آوری شده اضافه کنند (Rezaeifar *et al*., 2023).

در این راستا در ابتدا اطلاعات مستخرج از پیشینه پژوهش در خصوص ابعاد و زیرمعیارهای پایداری زنجیره تأمین کشاورزی در اختیار آن‌ها قرار داده شد و طی جلسه‌ای نظرات اعضای پانل دلفی در خصوص مرتبط بودن مقیاس‌ها و زیر مقیاس‌های شناسایی شده با موضوع و اهداف تحقیق به‌صورت باز مورد سنجش قرار گرفت و پس از آن روش دلفی برای نهایی‌سازی مقیاس‌های پایداری زنجیره تأمین کشاورزی در سه دور متوالی صورت گرفت.

در دومین دور از اجرای روش دلفی، پس از پایش نظرات و ایده های خبرگان در دور اول، مقیاس‌های شناسایی شده در اختیار اعضای پانل دلفی قرار گرفته که با طیف لیکرت به سوالات پرسشنامه پاسخ دادند. برای بررسی میزان توافق نظر میان اعضای پانل دلفی از ضریب کندال استفاده گردید. میزان ضریب کندال در بازه [۱-۰] متغیر است که عدد یک بیانگر توافق نظر کامل و عدد صفر بیانگر عدم توافق کامل بین اعضای پانل می‌باشد (Rezaeian, 2019).

پس از اجرای مرحله نخست روش دلفی، معیارهایی که میانگین امتیاز آن‌ها عددی کمتر از ۳ یعنی میانه طیف لیکرت کسب کرده بود، حذف شدند و سپس جهت دستیابی به میزان توافق نظر خبرگان، محاسبه ضریب کندال انجام شد. ضریب کندال در نخستین دور از اجرای روش دلفی، ۰/۴۸ محاسبه شد که بیانگر توافق نسبتا کم بین اعضای پانل دلفی در خصوص معیارهای شناسایی شده بود. بنابراین دور دوم روش دلفی نیز انجام شد. در دور دوم نیز تعداد ۴ معیار دیگر به‌دلیل کسب میانگینی کمتر از عدد ۳ حذف شده و ضریب هماهنگی کندال ۰/۶۵۴ به‌دست آمد. جهت دستیابی به اتفاق نظر قوی‌تر بین اعضای پانل، دور سوم روش دلفی نیز انجام شد و ضریب کندال در آن ۰/۸۴۵ به‌دست آمد که بیانگر اتفاق نظر قوی بین اعضای پانل دلفی در خصوص معیارهای شناسایی شده است. محاسبه ضریب کندال مطابق رابطه (۱) صورت پذیرفت (Rezaeian, 2019).

$$w = \frac{s}{\frac{1}{12}k^2(N^3_N)} \qquad (۱)$$

که در آن k تعداد اعضــای پانل دلفی و N تعداد عوامل رتبه‌بندی شده می‌باشد. مقدار S مطابق رابطه (۲) به‌دست می‌آید و بیانگر حاصل جمع مربعات انحراف‌های R_j ها از میانگین R_j ها می‌باشد.

$$S = \sum \left(R_j - \frac{\sum R_j}{N}\right)^2 \qquad (۲)$$

در رابطه (۲)، R_j مجموع رتبه‌های مربوط به یک عامل را نشـــان می‌دهد.

معیارهای پایداری زنجیره تأمین که با روش دلفی نهایی شدند به تفکیک ارائه شده‌اند (جدول ۱).

تکنیک دیمتل فازی

روش دیمتل یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه می‌باشد که به بیان تأثیرپذیری و تأثیرگذاری معیارها بر یکدیگر و تعیین روابط علی و معلولی بین معیارها می‌پردازد. تکنیک دیمتل قادر است اثر کلی عوامل را به تصویر بکشد، روابط علی را تجسم کند و عوامل وابسته را تجزیه و تحلیل کند. برای این منظور داده‌های روش دیمتل فازی به کمک پرسشنامه فازیبا تمرکز بر محصول گندم جمع‌آوری و سپس مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. روش دیمتل فازی شامل ۴ گام زیر می باشد:

جدول ۱- معیارهای پایداری در زنجیره تأمین
Table 1- Sustainability criteria in the supply chain

ابعاد پایداری **Sub-criteria of sustainability**	زیر معیارهای پایداری **Dimensions of sustainability**
	شناسایی ریسک‌های زنجیره تأمین Identification of supply chain risks
	توجه سازمان‌های تحقیقاتی به تحقیقات مورد نیاز در رابطه با پایداری The attention of research organizations to the research needed in relation to sustainability
	تمرکز بر اولویت‌های رقابتی Focus on competitive priorities
تدارکات پایدار **Sustainable procurement**	ایجاد الزامات زیست‌محیطی برای خرید اقلام Create environmental requirements for purchasing items
	بروزرسانی و اشتراک‌گذاری اطلاعات Update and share information
	برنامه‌ریزی استراتژیک و بلند مدت Strategic and long-term planning
	شرایط ایمنی و سلامت کار Work safety and health conditions
	سیاست‌ها و حمایت‌های دولت در جهت مدیریت زنجیره تأمین پایدار Government policies and support for sustainable supply chain management
	ارتباط مستمر با تأمین‌کنندگان و آگاهی از شرایط تولید و توزیع آن‌ها Continuous communication with suppliers and knowledge of their production and distribution conditions
	شناسایی تأمین‌کنندگان جایگزین Identification of alternative suppliers
	همکاری با تأمین‌کننده دارای گواهینامه ISO Cooperation with ISO certified supplier
	شناسایی مواد اولیه جایگزین Identification of alternative raw materials
	ارائه الگوهای مدرن در کشاورزی پایدار Presenting modern models in sustainable agriculture
تأمین و طراحی پایدار **Sustainable supply and design**	استفاده از تأمین‌کنندگان محلی Using local suppliers
	ارتقای مکانیزاسیون Mechanization upgrade
	استفاده از کودهای سازگار با محیط‌زیست Use of environmentally friendly fertilizers
	مدیریت مصرف آب Water consumption management
	بررسی کیفیت آب Water quality check
	انعطاف‌پذیری Flexibility
	مشارکت و مدیریت منابع انسانی Participation and management of human resources
	بسته‌بندی سبز Green packaging
توزیع پایدار **Stable distribution**	استفاده از توزیع‌کنندگان محلی Use of local distributors
	کاهش هزینه و بهینه‌سازی حمل و نقل

	Reducing costs and optimizing transportation
	سیستم حمل و نقل اضطراری و پشتیبان Emergency and backup transportation system
	استفاده از وسایل حمل و نقلی که کمترین آسیب به محیط‌زیست را در پی دارند Using means of transportation that cause the least damage to the environment
	توقف بازاریابی خاکستری محصولات Stopping the gray marketing of products
	مدیریت فضای انبار و فضای کار Management of warehouse space and workspace
	مدیریت موجودی Inventory management

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

گام‌های فازی سازی روش دیمتل

گام اول: تعیین متغیرهای کلامی و اعداد فازی مثلثی معادل آن‌ها

تعیین اعداد فازی مثلثی معادل متغیرهای کلامی مطابق جدول ۲ صورت می‌گیرد.

جدول ۲- متغیرهای کلامی و اعداد فازی مثلثی معادل آن‌ها

Table 2- Verbal variables and their equivalent triangular fuzzy numbers

مقدار فازی Fuzzy value	واژه کلامی Verbal term
(0، 0، 0.25)	بدون تأثیر No effect
(0،0.25،0.5)	تأثیر خیلی کم Very little impact
(0.75 ،0.5، 0.25)	تأثیر کم Low impact
(1 ،0.75 ،0.5)	تأثیر زیاد High impact
(1 ،1 ،0.75)	تأثیر خیلی زیاد Very high impact

گام دوم : ایجاد ماتریس فازی ارتباط مستقیم اولیه با نظرات خبرگان

فرض کنید تعداد k تصمیم‌گیرنده (خبرگان) نسبت به ارزیابی عناصر بر یکدیگر اقدام کنند که ماتریس رابطه هر یک به‌صورت $\tilde{z}^{p}(p=1,2,...,k)$ بیان می‌شود. ماتریس متوسط را به‌صورت میانگین ماتریس‌های انفرادی مطابق رابطه (۳) تعریف می‌کنیم.

$$\tilde{z}=\frac{\tilde{z}^1\oplus\tilde{z}^2\oplus\ldots\oplus\tilde{z}^k}{k} \quad (۳)$$

که $\oplus$ عملگر جمع اعداد فازی مثلثی را نشان می‌دهد. ماتریس اولیه رابطه مستقیم فازی $\tilde{z}$ ساختاری مطابق رابطه (۴) دارد.

$$\tilde{z}=\begin{bmatrix}0 & \tilde{z}_{12} & \cdots & \tilde{z}_{1n}\\ \tilde{z}_{21} & 0 & \cdots & \tilde{z}_{2n}\\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\ \tilde{z}_{n1} & \tilde{z}_{n2} & \cdots & 0\end{bmatrix} \quad (۴)$$

مطابق رابطه (۴)، در این ماتریس $\tilde{z}_{ij}=(l_{ij},m_{ij},u_{ij})$ اعداد فازی مثلثی بوده و عناصر قطر اصلی را به صورت اعداد فازی مثلثی (۰،۰،۰) در نظر می‌گیریم.

گام سوم: نرمال‌سازی ماتریس فازی ارتباط مستقیم

در مرحله بعد با بی‌مقیاس‌سازی ماتریس $\tilde{z}$، ماتریس رابطه مستقیم فازی بی‌مقیاس شده (نرمال شده) X مطابق رابطه (۵) حاصل می‌شود.

$$\tilde{X}=\begin{bmatrix}\tilde{x}_{ij} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n}\\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n}\\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & \cdots & \tilde{x}_{nn}\end{bmatrix} \quad (۵)$$

که در ماتریس X ، هر X_{ij} مطابق رابطه (۶) محاسبه می‌گردد.

$$\tilde{x}_{ij}=\frac{\tilde{z}_{ij}}{r}=\left(\frac{l_{ij}}{r},\frac{m_{ij}}{r},\frac{u_{ij}}{r}\right)=(l'_{ij},m'_{ij},u'_{ij})\sqrt{2} \quad (۶)$$

که در رابطه (۶)، r مطابق رابطه (۷) تعریف می‌شود.

$$r=\max_{1\le i\le n}\left(\sum_{j=1}^{n}u_{ij}\right) \quad (۷)$$

گام چهارم: محاسبه ماتریس ارتباط کل (F)

ماتریس X را می‌توان به‌صورت سه ماتریس قطعی $\tilde{X}_l=[l'_{ij}]$، $\tilde{X}_m=[m'_{ij}]$ و $\tilde{X}_u=[u'_{ij}]$ نشان داد.

پس از محاسبه ماتریس فوق، ماتریس فازی رابطه کلی F طبق رابطه (۸) تشکیل می‌گردد.

$$\tilde{F}=\lim_{k\to\infty}(\tilde{x}^1+\tilde{x}^2+\cdots+\tilde{x}^k) \quad (۸)$$

ماتریس F ساختاری مطابق رابطه (۹) خواهد داشت.

$$\tilde{F}=\begin{bmatrix}\tilde{f}_{11} & \tilde{f}_{12} & \cdots & \tilde{f}_{1n}\\ \tilde{f}_{21} & \tilde{f}_{22} & \cdots & \tilde{f}_{21}\\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\ \tilde{f}_{n1} & \tilde{f}_{n2} & \cdots & \tilde{f}_{nn}\end{bmatrix} \quad (۹)$$

که در آن $\tilde{F}_{ij}=(l''_{ij},m''_{ij},u''_{ij})$ می‌باشد و طبق رابطه هر یک از عناصر ماتریس $\tilde{F}$ برای کران پایین مطابق رابطه (۱۰)، کران میانی مطابق رابطه (۱۱) و برای کران بالا مطابق رابطه (۱۲) تعیین

می‌گردد.

$$[l''_{ij}] = \tilde{X}_l(I-\tilde{X}_l)^{-1} \quad (۱۰)$$

$$[m''_{ij}] = \tilde{X}_m(m-\tilde{X}_m)^{-1} \quad (۱۱)$$

$$[u''_{ij}] = \tilde{X}_u(u-\tilde{X}_u)^{-1} \quad (۱۲)$$

در واقع در این گام ابتدا معکوس ماتریس نرمال را محاسبه نموده و سپس آن را از ماتریس یکه I کم می‌کنیم. در انتها ماتریس نرمال را در ماتریس حاصل، ضرب می‌کنیم.

گام پنجم: دی فازی‌سازی، ایجاد و تجزیه و تحلیل نمودار علی در این گام ابتدا عناصر ماتریس فازی کل را با روش دی فازی سازی مثلثی مطابق رابطه (۱۳) دی فازی می‌کنیم.

$$\overline{X(m)} = \frac{(l_i+2m_i+u_i)}{4} \quad (۱۳)$$

در نمودار علت و معلولی روش دیمتل فازی، چهار عنصر قابل توجه می‌باشد:

۱- عنصر D که برای یک معیار، نشان‌دهنده تأثیرگذاری آن بر سایر معیارهای سیستم است و از جمع عناصر سطری ماتریس F (ماتریس نهایی دی‌فازی شده) به‌دست می‌آید.

۲- عنصر R که برای یک معیار، نشان‌دهنده تأثیرپذیری آن از سایر معیارهای سیستم است و از جمع عناصر ستونی ماتریس F (ماتریس نهایی دی‌فازی شده) به‌دست می‌آید.

۳- D+R که میزان تأثیر و تأثر معیار را در سیستم مشخص می‌سازد. به بیان دیگر هر چه مقدار این عامل بیشتر باشد، یعنی آن معیار، تعامل بیشتری با سایر معیارهای سیستم دارد.

۴- D-R که قدرت تأثیرگذاری هر معیار را نشان می‌دهد. اگر مقدار آن مثبت باشد، معیار یک معیار علی و اگر مقدار آن منفی باشد، معیار یک معیار معلول محسوب می‌شود (Si *et al*., 2018).

وزن‌دهی معیارها با روش سوارا فازی

روش تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی، یکی از روش‌های جدید تصمیم‌گیری چندمعیاره است که این روش به صورت فازی نخستین بار توسط ماوی در سال ۲۰۱۷ ارائه گردید (Kiani Mavi *et al*., 2017). پس از رتبه‌بندی نزولی عوامل توسط خبرگان، جمع آوری داده های مربوطه به‌وسیله پرسشنامه و با تمرکز بر محصول گندم انجام گرفته و مطابق مراحل روش سوارا فازی وزن‌دهی صورت می‌گیرد. مراحل این روش به‌صورت زیر است:

مرحله ۱. در مرحله نخست، اهمیت نسبی هر شاخص نسبت به شاخص قبلی براساس طیف عبارات کلامی و اعداد فازی متناظر آن‌ها می‌شود. امتیازدهی هر یک از معیارها مطابق نظر خبرگان صورت می گیرد و شیوه تبدیل آن‌ها به اعداد فازی در جدول ۳ نمایش داده شده است (Vrtagić *et al*., 2021). در این گام به‌منظور ادغام قضاوت همه متخصصان از نظرات و نمرات داده شده توسط آن‌ها میانگین گرفته می‌شود.

جدول ۳- تبدیل عبارات کلامی به اعداد فازی مثلثی در روش سوآرا

Table 6- Converting verbal expressions to triangular fuzzy numbers in SWARA method

واژه کلامی Verbal term	اعداد مثلثی فازی Triangular fuzzy numbers
اهمیت یکسان Equal importance	(1، 1، 1)
اهمیت نسبتا کمتر Relatively less importance	(2/3، 1، 3/2)
اهمیت کمتر Less important	(3/2، 2/1، 5/2)
اهمیت خیلی کمتر Much less importance	(5/2، 3/1، 7/2)
اهمیت مطلقا کمتر Absolutely less importance	(7/2، 4/1، 9/2)

مرحله ۲. با شروع از معیار دوم، پاسخ دهنده اهمیت نسبی معیار j را در رابطه با معیار قبلی (j-1) برای هر معیار خاص بیان می‌کند. این نسبت را اهمیت مقایسه‌ای مقدار متوسط می‌نامند که با $\tilde{s}_j$ نمایش داده می‌شود.

مرحله ۳. ضریب فازی $\tilde{k}_j$ که تابعی از مقدار اهمیت نسبی هر معیار است، مطابق رابطه (۱۴) محاسبه می‌گردد.

$$\tilde{k}_j = \begin{cases} \tilde{1} \to j = 1 \\ \tilde{s}_j + 1 \to j > 1 \end{cases} \quad (۱۴)$$

مرحله ۴. وزن اولیه معیارها $\tilde{q}_j$ مطابق رابطه (۱۵) محاسبه می گردد.

$$\tilde{q}_j = \begin{cases} \tilde{1} \to j = 1 \\ \frac{\tilde{q}_{j-1}}{\tilde{k}_j} \to j > 1 \end{cases} \quad (۱۵)$$

در محاسبه وزن اولیه معیارها، باید توجه داشت که وزن معیار نخست که با اهمیت‌ترین معیار می‌باشد، برابر با ۱ در نظر گرفته می شود.

مرحله ۵. وزن فازی نهایی معیارهای ارزیابی که وزن نرمال شده نیز محسوب می‌گردد، مطابق رابطه (۱۶) تعیین می‌گردد.

$$\tilde{w}_j = \frac{\tilde{q}_j}{\sum_{k=1}^{n} \tilde{q}_k} \quad (۱۶)$$

که در آن $\tilde{w}_j$ وزن فازی معیار، j و n تعداد معیارها را نشان می‌دهد.

مرحله ۶ دی فازی‌سازی وزن معیارها: وزن فازی هر معیار یعنی $\tilde{w}_j = (w_j^l, w_j^m, w_j^u)$ مطابق رابطه (۱۷) دی فازی شده و به اوزان قطعی معیارها تبدیل می‌شود (Zolfani *et al*., 2021)

$$w_j = \frac{w_j^l+4w_j^m+w_j^u}{6} \quad (۱۷)$$

نتایج و بحث

نتایج به کارگیری تکینک دیمتل فازی

نتایج به کارگیری تکنیک دیمتل فازی در این مرحله ارائه شده است. به‌دلیل حجم بالای محاسبات فقط جداول نهایی قطعی میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارها ارئه گردیده است (جدول ۴) و نمودار علی منتج از ابعاد پایداری نمایش داده شده است (شکل ۲).

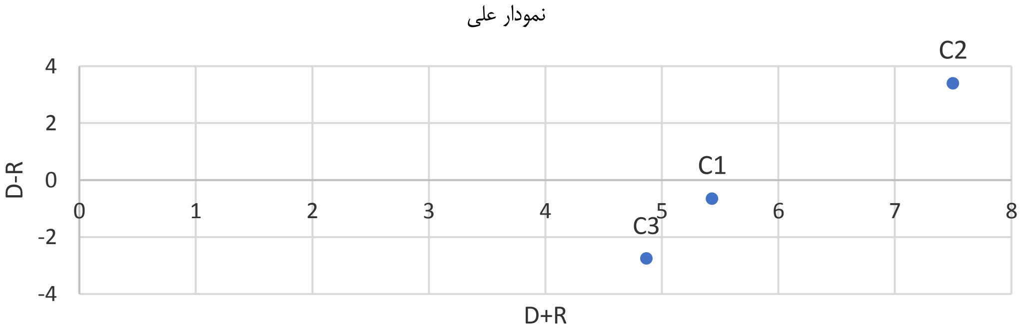
بر طبق جدول ۴ و شکل ۲ استنباط می‌گردد که بعد تأمین و طراحی پایدار، تدارکات پایدار و توزیع پایدار به‌ترتیب دارای بیشترین میزان تأثیر (D+R) بوده‌اند. همچنین مطابق جدول ۸ نتایج دیمتل، ابعاد و معیارهای پایداری را به دو گروه علی و معلولی تقسیم کرد. با توجه به مثبت بودن میزان D-R تأمین و طراحی پایدار به‌عنوان بعد مؤثر (علی) و تدارکات پایدار و توزیع پایدار به‌عنوان ابعاد تأثیرپذیر (معلولی) شناخته شده‌اند. بعد تأمین و طراحی پایدار به‌عنوان مؤثرترین بعد در پایداری زنجیره تأمین گندم، در دوران کووید-۱۹ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اعمال محدودیت‌ها و قرنطینه باعث کاهش واردات شد، در نتیجه تأمین بذر محصول که از طریق واردات انجام می‌گرفت با چالش روبرو شد. فاصله‌گذاری اجتماعی به‌دلیل جلوگیری از شیوع بیماری، باعث کمبود نیروی انسانی و در نهایت کاهش چشمگیر فعالیت‌های کشاورزی شد. توجه به بعد تأمین و طراحی پایدار در اپیدمی‌ها و بحران‌ها به‌عنوان بعد مؤثر، توانایی مدیریت زنجیره تأمین را بالا برده و موجب افزایش پایداری در تولید می‌شود. در ادامه و جدول ۵ نتایج روابط معیارهای تدارکات پایدار ارائه می‌شود.

جدول ٤- الگوی روابط علی ابعاد پایداری

Table 2- Pattern of causal relationships of sustainability dimensions

نماد Symbol	ابعاد Dimensions	D	R	D+R	D-R
C_1	تدارکات پایدار Sustainable procurement	2.3894	3.0412	5.4306	-0.6518
C_2	تامین و طراحی پایدار Sustainable supply and design	5.4485	2.049	7.4975	3.3995
C_3	توزیع پایدار Stable distribution	1.0595	3.8072	4.8667	-2.7477

Source: Research findings منبع: یافته‌های تحقیق



شکل ۲- نمودار علی حوزه پایدار

Figure 2- Causal diagram of stable dimensions

بر طبق جدول ۵ و گروه‌بندی معیارها که در جدول ۸ ارائه شده استنباط می‌گردد که در گروه معیارهای مؤثر (علی) بعد تدارکات پایدار، معیار سازمان‌های تحقیقاتی به تحقیقات مورد نیاز در رابطه با پایداری، شرایط ایمنی و سلامت کار و بروزرسانی و اشتراک‌گذاری اطلاعات بیشترین تأثیرگذاری را بر سایر معیارها و در نهایت پایداری زنجیره تأمین داشته است. ایجاد الزامات زیست‌محیطی برای خرید اقلام در گروه معیارهای تأثیرپذیر (معلولی) دارای بیشترین تأثیر بر سایر معیارها است. یعنی معیارهای تأثیرپذیر نیز در پایداری زنجیره تأمین از اهمیت قابل توجهی برخوردارند. با توجه به اهمیت مؤثرترین معیارها، انجام تحقیقات لازم در حوزه پایداری زنجیره تأمین گندم برای بالا بردن آگاهی در رابطه با راه‌های حفظ پایداری زنجیره تأمین در شرایط بحرانی ضروری است؛ توجه به شرایط ایمنی و سلامت کار و اشتراک

گذاری اطلاعات به‌منظور حفظ پایداری و همچنین توجه به دیگر معیارهای گروه مؤثر دارای اولویت نسبت معیارهای گروه تأثیرپذیر بوده و بسیار حائز اهمیت هستند. در ادامه و در جدول ۶، نتایج روابط علی معیارهای تأمین و طراحی پایدار ارائه می‌شود.

جدول ۵- الگوی روابط علی معیارهای تدارکات پایدار

Table 5- The pattern of causal relationships of sustainable procurement criteria

نماد Symbol	معیار Criterion	D	R	D+R	D-R
C_1	شناسایی ریسک‌های زنجیره تامین Identification of supply chain risks	2.8915	3.3550	6.2465	-0.4635
C_2	توجه سازمان های تحقیقاتی به تحقیقات مورد نیاز در رابطه با پایداری The attention of research organizations to the research needed in relation to sustainability	3.3445	2.8281	6.1726	0.5164
C_3	تمرکز بر اولویت‌های رقابتی Focus on competitive priorities	3.1031	2.6940	5.7971	0.4091
C_4	ایجاد الزامات زیست‌محیطی برای خرید اقلام Create environmental requirements for purchasing items	2.8957	4.5727	7.4684	-1.6770
C_5	بروزرسانی و اشتراک‌گذاری اطلاعات Update and share information	3.1349	2.7701	5.9050	0.3647
C_6	برنامه‌ریزی استراتژیک و بلند مدت Strategic and long-term planning	3.0209	2.8117	5.8325	0.2092
C_7	شرایط ایمنی و سلامت کار Work safety and health conditions	3.1113	3.0691	6.1804	0.0422
C_8	سیاست‌ها و حمایت‌های دولت در جهت مدیریت زنجیره تأمین پایدار Government policies and support for sustainable supply chain management	3.0411	2.4422	5.4833	0.5989

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

با توجه به جدول ۶ و گروه‌بندی معیارها که در جدول ۸ ارائه شده است، در گروه معیارهای مؤثر (علی)، معیار همکاری با تأمین کننده دارای گواهینامه ISO، شناسایی مواد اولیه جایگزین و انعطاف‌پذیری بیشترین تأثیر را بر سایر معیارها و در نتیجه بر پایداری زنجیره تأمین گندم داشته است. در گروه معیارهای تأثیرپذیر (معلولی) معیار ارائه الگوهای مدرن در کشاورزی بیشترین تأثیر را داشته است. در شرایط حساس بحران کووید-۱۹ بالا بردن تاب‌آوری زنجیره تأمین و بازگشت سریع به حالت اولیه و یا حالتی بهتر الزامی است. رابطه پایداری و تاب آوری زنجیره تأمین رابطه‌ای مستقیم است؛ هر چه پایداری زنجیره تأمین بالا باشد، زنجیره تأمین تاب‌آوری بیشتری خواهد داشت. در جهت افزایش پایداری زنجیره تأمین در نظر داشتن تمام معیارهای گروه مؤثر مانند تأمین‌کنندگان دارای گواهینامه ISO به‌دلیل کاهش رشد علف‌های هرز و جلوگیری از شیوع بیماری در مزارع و همچنین مدیریت مصرف آب به‌دلیل کمبود منابع آب به‌منظور بالا بردن تولید امری ضروری است. در ادامه و در جدول ۷، نتایج روابط علی معیارهای توزیع پایدار ارائه می‌شود.

جدول ۷ و گروه‌بندی ارائه شده در جدول ۸ نشان می‌دهد که توقف بازاریابی خاکستری محصولات، استفاده از توزیع‌کنندگان محلی، مدیریت موجودی در گروه معیارهای گروه تأثیرگذار (علی) به‌ترتیب مؤثرترین معیارها هستند. سیستم حمل و نقل اضطراری و پشتیبان معیارهای در گروه معیارهای تأثیرپذیر (معلولی) دارای بیشترین تأثیر هستند. توقف بازاریابی خاکستری محصول گندم نیاز به مدیریت در امر توزیع دارد. توجه به این معیار باعث حفظ منابع تولید شده و از آسیب به اقتصاد کشور نیز جلوگیری خواهد کرد. از جهتی معیار توقف بازاریابی خاکستری محصولات با معیار مدیریت موجودی مرتبط است؛ موجودی کافی موجب کاهش نیاز به واردات محصولات می‌شود و در نتیجه پایداری زنجیره‌تأمین را در جهت تاب‌آور بودن در بحران کووید-۱۹ و بحران‌هایی نظیر آن که با محدودیت‌هایی از جمله قرنطینه رو برو هستیم، افزایش می‌دهد.

در ادامه معیارهای به‌صورت دو گروه علی معلولی و به‌ترتیب اهمیت در جدول ۸، ارائه گردیده است.

جدول ٦- الگوی روابط علی معیارهای تأمین و طراحی پایدار

Table 6- The model of causal relationships of supply criteria and sustainable design

نماد Symbol	معیار Criterion	D	R	D+R	D-R
C_1	ارتباط مستمر با تامین کنندگان و آگاهی از شرایط تولید و توزیع آن ها Continuous communication with suppliers and knowledge of their production and distribution conditions	4.5714	1.6377	6.2091	2.9336
C_2	شناسایی تأمین‌کنندگان جایگزین Identification of alternative suppliers	4.1987	4.5095	8.7082	-0.3108
C_3	همکاری با تأمین‌کننده دارای گواهینامه ISO Cooperation with ISO certified supplier	4.7792	3.7799	8.5591	0.9993
C_4	شناسایی مواد اولیه جایگزین Identification of alternative raw materials	4.4664	3.6763	8.1427	0.7901
C_5	ارائه الگوهای مدرن در کشاورزی پایدار Presenting modern models in sustainable agriculture	4.1143	15.3461	19.4604	-10.937
C_6	استفاده از تأمین‌کنندگان محلی Using local suppliers	4.4091	3.0569	7.4660	1.3522
C_7	ارتقای مکانیزاسیون Mechanization upgrade	4.1675	4.8089	8.9764	-0.6414
C_8	استفاده از کودهای سازگار با محیط‌زیست Use of environmentally friendly fertilizers	4.2871	4.4680	8.7551	-0.1809
C_9	مدیریت مصرف آب Water consumption management	4.6207	3.1715	7.7922	1.4492
C_{10}	بررسی کیفیت آب Water quality check	4.3600	1.9866	6.3467	2.3734
C_{11}	انعطاف‌پذیری Flexibility	4.5434	3.2516	7.7950	1.2918
C_{12}	مشارکت و مدیریت منابع انسانی Participation and management of human resources	4.3756	3.2003	7.5758	1.1753

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

جدول ۷- الگوی روابط علی معیارهای توزیع پایدار

Table 7- Pattern of causal relationships of stable distribution criteria

نماد Symbol	معیار Criterion	D	R	D+R	D-R
C_1	بسته‌بندی سبز Green packaging	3.1579	2.8491	6.0071	0.3088
C_2	استفاده از توزیع‌کنندگان محلی Use of local distributors	4.3343	3.5610	7.8953	0.7733
C_3	کاهش هزینه و بهینه‌سازی حمل و نقل Reducing costs and optimizing transportation	4.0843	4.1838	8.2681	-0.0995
C_4	سیستم حمل و نقل اضطراری و پشتیبان Emergency and backup transportation system	3.8864	5.9801	9.8665	-2.0937
C_5	استفاده از وسایل حمل و نقلی که کمترین آسیب به محیط‌زیست را در پی دارند Using means of transportation that cause the least damage to the environment	4.2643	3.1874	7.4517	1.0769
C_6	توقف بازاریابی خاکستری محصولات Stopping the gray marketing of products	4.4238	4.0717	8.4955	0.3521
C_7	مدیریت فضای انبار و فضای کار Management of warehouse space and workspace	4.1749	5.6439	9.8188	-1.4690
C_8	مدیریت موجودی Inventory management	4.4067	3.2557	7.6624	1.1510

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

جدول ۸- معیارهای علی و معلولی
Table 8- Cause and effect criteria

معیار های تأثیرگذار (علی) Cause criteria's	معیارهای تأثیرپذیر (معلولی) Effect criteria's
ابعاد Dimensions	
تامین و طراحی پایدار (2) Sustainable supply and design	تدارکات پایدار (1) Sustainable procurement توزیع پایدار (3) Stable distribution
بعد تدارکات پایدار sustainable procurement	
شرایط ایمنی و سلامت کار (7) Work safety and health conditions توجه سازمان‌های تحقیقاتی به تحقیقات مورد نیاز در رابطه با پایداری (2) The attention of research organizations to the research needed in relation to sustainability بروزرسانی و اشتراک‌گذاری اطلاعات (5) Update and share information	ایجاد الزامات زیست‌محیطی برای خرید اقلام (4) Create environmental requirements for purchasing items
برنامه‌ریزی استراتژیک و بلند مدت (6) Strategic and long-term planning سیاست‌ها و حمایت‌های دولت در جهت مدیریت زنجیره تأمین پایدار (8) Government policies and support for sustainable supply chain management تمرکز بر اولویت‌های رقابتی (3) Focus on competitive priorities	شناسایی ریسک‌های زنجیره تأمین (1) Identification of supply chain risks
بعد تأمین و طراحی پایدار Sustainable supply and design	
همکاری با تأمین‌کننده دارای گواهینامه ISO (3) Cooperation with ISO certified supplier شناسایی مواد اولیه جایگزین (4) Identification of alternative raw materials	ارائه الگوهای مدرن در کشاورزی پایدار (5) Presenting modern models in sustainable agriculture
انعطاف‌پذیری (11) Flexibility مدیریت مصرف آب (9) Water consumption management	ارتقای مکانیزاسیون (7) Mechanization upgrade
مشارکت و مدیریت منابع انسانی (12) Participation and management of human resources استفاده از تأمین‌کنندگان محلی (6) Using local suppliers	استفاده از کودهای سازگار با محیط‌زیست (8) Use of environmentally friendly fertilizers
بررسی کیفیت آب (10) Water quality check ارتباط مستمر با تأمین‌کنندگان و آگاهی از شرایط تولید و توزیع آن‌ها (1) Continuous communication with suppliers and knowledge of their production and distribution conditions	شناسایی تأمین‌کنندگان جایگزین (2) Identification of alternative suppliers
بعد توزیع پایدار Stable distribution	
توقف بازاریابی خاکستری محصولات (6) Stopping the gray marketing of products استفاده از توزیع‌کنندگان محلی (2) Use of local distributors	سیستم حمل و نقل اضطراری و پشتیبان (4) Emergency and backup transportation system
مدیریت موجودی (8) Inventory management استفاده از وسایل حمل و نقلی که کمترین آسیب به محیط‌زیست را در پی دارند (5) Using means of transportation that cause the least damage to the environment	مدیریت فضای انبار و فضای کار (7) Management of warehouse space and workspace
بسته‌بندی سبز (1) Green packaging	کاهش هزینه و بهینه‌سازی حمل و نقل (3) Reducing costs and optimizing transportation

منبع: یافته‌های تحقیق   Source: Research findings

مطابق جدول ۸ عوامل پایداری به دو گروه علی و معلولی تقسیم شدند. رتبه‌بندی این عوامل بر اساس میزان تعامل هر عامل با سایر معیارها انجام شد.

جدول ۹- وزن معیارهای پایداری

Table 9- The weight of sustainability criteria

ابعاد Dimensions					
	توزیع پایدار Stable distribution		**تامین و طراحی پایدار Sustainable supply and design**		**تدارکات پایدار Sustainable procurement**
	0.163		0.534		0.302 **Wj**
Wj	**زیر معیار Sub-criterion**	**Wj**	**زیر معیار Sub-criterion**	**Wj**	**زیر معیار Sub-criterion**
0.4469	توقف بازاریابی خاکستری محصولات Stopping the gray marketing of products	0.4915	همکاری با تأمین‌کننده دارای گواهینامه ISO Cooperation with ISO certified supplier	0.4846	توجه سازمان‌های تحقیقاتی به تحقیقات مورد نیاز در رابطه با پایداری The attention of research organizations to the research needed in relation to sustainability
		0.2514	مدیریت مصرف آب Water consumption management		
0.251	مدیریت موجودی Inventory management	0.1251	ارتباط مستمر با تأمین‌کنندگان و آگاهی از شرایط تولید و توزیع آن‌ها Continuous communication with suppliers and knowledge of their production and distribution conditions	0.2403	بروزرسانی و اشتراک‌گذاری اطلاعات Update and share information
0.1252	استفاده از توزیع‌کنندگان محلی Use of local distributors	0.0642	انعطاف‌پذیری Flexibility	0.1197	شرایط ایمنی و سلامت کار Work safety and health conditions
0.0754	استفاده از وسایل حمل و نقلی که کمترین آسیب به محیطزیست را در پی دارند Using means of transportation that cause the least damage to the environment	0.0323	شناسایی مواد اولیه جایگزین Identification of alternative raw materials	0.0679	تمرکز بر اولویت‌های رقابتی Focus on competitive priorities
		0.0162	استفاده از تأمین‌کنندگان محلی Using local suppliers		
0.0425	مدیریت فضای انبار و فضای کار Management of warehouse space and workspace	0.0084	مشارکت و مدیریت منابع انسانی Participation and management of human resources	0.0372	سیاست‌ها و حمایت‌های دولت در جهت مدیریت زنجیره تأمین پایدار Government policies and support for sustainable supply chain management
		0.0049	بررسی کیفیت آب Water quality check		
0.0264	کاهش هزینه و بهینه‌سازی حمل و نقل Reducing costs and optimizing transportation	0.0030	استفاده از کودهای سازگار با محیط زیست Use of environmentally friendly fertilizers	0.022	برنامه‌ریزی استراتژیک و بلند مدت Strategic and long-term planning
0.0188	سیستم حمل و نقل اضطراری و پشتیبان Emergency and backup transportation system	0.0015	شناسایی تأمین‌کنندگان جایگزین Identification of alternative suppliers	0.016	ایجاد الزامات زیست‌محیطی برای خرید اقلام Create environmental requirements for purchasing items
		0.0008	ارتقای مکانیزاسیون Mechanization upgrade		
0.0139	بسته‌بندی سبز Green packaging	0.0004	ارائه الگوهای مدرن در کشاورزی پایدار Presenting modern models in sustainable agriculture	0.0123	شناسایی ریسک‌های زنجیره تأمین Identification of supply chain risks

Source: Research findings منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج روش سوارا فازی

در ابتدا با اتفاق نظر خبرگان، ابعاد پایداری و زیرمعیارهای هر بعد با توجه به نتایج اولیه روش دیمتل فازی (میزان تأثیرگذاری معیارها یعنی ستون D) به‌صورت نزولی مرتب شدند. پس جمع‌آوری نظرات خبرگان به کمک پرسشنامه، تجمیع نظرات خبرگان نیز با میانگین‌گیری امتیازات صورت گرفت. در ادامه با استفاده از روش سوارا فازی میزان اهمیت هر معیار مشخص و رتبه‌بندی نزولی معیارهای پایداری بر اساس نظرات خبرگان ارائه گردید. در ادامه و در جدول ۹ نتایج روش سوارا ارائه گردید.

مراکز تحقیقاتی به‌منظور رسیدن به کشاورزی پایدار باید توجه بیشتری به تحقیقات مورد نیاز در این زمینه داشته باشند (Sharghi *et al.*, 2010). کشاورزانی که اطلاعات بیشتری در زمینه پایداری داشتند، مزارع پایدارتری نیز داشتند. رابطه مستقیم بین این دو عامل تأیید شده است (Afrous & Abdollahzadeh, 2011). نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های مقالات قبلی همخوانی داشت و با توجه به نتایج روش سوارا که در جدول ۹ ارائه شده است، مشخص شد که معیار توجه سازمان های تحقیقاتی به تحقیقات مورد نیاز در رابطه با پایداری و بروزرسانی و اشتراک‌گذاری اطلاعات به‌ترتیب با وزن ۳/۳۴ و ۰/۲۴ بالاترین تأثیر را در میان معیارهای تدارکات پایدار زنجیره تأمین گندم دارند.

پژوهشی دیگر نیز نتایج حاصل از این پژوهش را تأیید کرد، سه محدودیت اصلی تولید پایدار گندم در این پژوهش: پایین بودن سطح دانش در میان کشاورزان، عدم استفاده از بذرهای تأیید شده و مقاوم در تولید و فقدان سیستم‌های مدیریتی مناسب بخصوص برای علف‌های هرز شناسایی شد (Husenov *et al.*, 2020). استفاده از تأمین‌کنندگان محلی یعنی استفاده از بذر ذخیره شده کشاورزان می‌تواند باعث انتقال بیماری‌ها و عامل افزایش علف‌های هرز باشد (Husenov *et al.*, 2017). رشد علف‌های هرز باعث هدر رفتن منابع تولید و پایین آمدن درصدی میزان تولید می‌شود. معیار همکاری با تأمین‌کننده دارای گواهی نامه ISO با وزن ۰/۴۹۱ مؤثرترین معیار بر پایداری زنجیره تأمین در بعد تأمین و طراحی پایدار است. اهمیت این معیار برای بالا بردن میزان تولید و پایین آمدن ریسک ناشی از بیماری‌های احتمالی ضروری است اما متأسفانه به‌دلیل بالا بودن قیمت بذرهای اصلاح شده کشاورزان از بذرهای ذخیره کشت قبلی استفاده می‌کنند. مدیریت مصرف آب با وزن ۰/۲۵۱دومین معیار مؤثر شناسایی شد، از آن جهت که با کمبود منابع آب در منطقه مواجه هستیم مصرف آب به‌صورت بهینه و جلوگیری از هدر رفتن آن اثر مثبتی بر پایداری زنجیره تأمین داشته است و نیز باعث افزایش تولید خواهد شد.

راجک و همکاران (Rajak *et al.*, 2021) اهمیت معیار توقف بازاریابی خاکستری محصولات را تأیید نکردند. در این بررسی مطابق با نظرات خبرگان توقف بازاریابی خاکستری محصولات به‌عنوان مؤثرترین معیار توزیع پایدار با وزن ۰,۴۴۶۹ شناسایی شد. این مسئله از آن جهت توجیه‌پذیر است که با توجه به تفاوت قیمت گندم و آرد در کشورهای همسایه از جمله پاکستان و ترکیه، بازاریابی خاکستری این محصولات از طریق واردات غیر قانونی محصولات ایران صورت می گیرد. این موضوع امنیت غذایی کشور را به خطر می‌اندازد و باعث عدم پایداری در بعد توزیع در بحران‌هایی نظیر کووید-۱۹ می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

برای بهبود و ارزیابی پایداری تعیین عوامل محرک و وابسته که بر عملکرد زنجیره به‌طور مستقیم و یا غیر مستقیم بر عملکرد آن تأثیر می‌گذارد، ضروری است. در پژوهش حاضر ۲۸ معیار در سه بعد تدارکات پایدار، تأمین و طراحی پایدار و توزیع پایدار مرتبط با پایداری زنجیره تأمین کشاورزی با تمرکز بر محصول گندم و به کمک روش دلفی شناسایی و نهایی‌سازی شد. در بعد تدارکات پایدار ۸ معیار، در بعد تأمین و طراحی پایدار ۱۲ معیار و در بعد توزیع پایدار نیز ۸ معیار مرتبط شناسایی شد. به کمک روش دیمتل فازی ارتباط بین ابعاد و معیارها مشخص شد. ابعاد و معیارها به دو گروه علی و معلولی تقسیم شدند. و بر طبق میزان اثرگذاری (تعامل) رتبه‌بندی شدند. به‌منظور رتبه‌بندی عوامل در یک گروه بر حسب میزان اهمیت آن‌ها در زنجیره تأمین از روش سوارا استفاده شد. نتایج تجزیه و تحلیل روش دیمتل فازی نشان داد که معیارهای گروه علت، تأثیرگذاری بالایی بر معیارهای گروه معلول دارند، در نتیجه معیارهای گروه علت اهمیت ویژه‌ای برخودارند و باید بیشتر مورد توجه مدیران زنجیره تأمین کشاورزی قرار بگیرند. از سوی دیگر اهمیت این عوامل به‌طور کلی به کمک روش سوارا فازی تعیین شد تا مدیران در جهت به کارگیر همه معیارها با استفاده از میزان اهمیت آن‌ها بهتر عمل کنند. نتایج حاصل از این پژوهش، می‌تواند نقشه راهی برای کارشناسان و صاحب‌نظران زنجیره تأمین موادغذایی و کشاورزی در زمینه تدارکات، تأمین و طراحی و توزیع باشد تا تأثیرگذارترین و با اهمیت‌ترین معیارها در پایداری زنجیره تأمین را به صورت کلی و به‌خصوص در بحران‌ها و همه‌گیری‌هایی نظیر کووید-۱۹ شناسایی کنند.

با توجه به نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌شود:

۱- با توجه به اهمیت معیار کنترل موجودی در پایداری زنجیره تأمین محصول گندم، توجه به پیاده‌سازی سیستم کنترل موجودی در منطقه باعث ایجاد امنیت غذایی در هنگام وقوع بحران‌ها و همه گیری‌هایی نظیر کووید-۱۹ می‌شود.

۲- به‌دلیل نبود دانش کافی در رابطه با پایداری زنجیره تأمین هر سال از میزان تولید گندم کاسته می‌شود؛ به‌منظور بالابردن سطح دانش کشاورزان در زمینه پایداری، اقداماتی جهت آموزش

کشاورزان صورت گیرد.

۳- اهمیت معیار مدیریت مصرف آب با توجه به بحران خشکسالی منطقه در کنار شرایط ویژه کووید-۱۹ لازم است تا به داشتن یک سیستم آبیاری مناسب در منطقه توجه داشت.

۴- داشتن تاب‌آوری لازم در بحران‌ها و همه‌گیری‌هایی چون کووید-۱۹ باعث بالا رفتن پایداری و در نتیجه موجب تضمین امنیت غذایی و سود آینده کشاورزان خواهد شد، به این منظور عوامل تاب‌آوری در پژوهش آتی ارائه می‌گردد.

۵- در پژوهش‌های آتی گسترش و تعمیم ابعاد و زیرمعیارهای مؤثر بر پایداری زنجیره تأمین کشاورزی توصیه می‌شود.

۶- با گسترش این عوامل، حجم محاسبات بر پایه روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره افزایش یافته و علاوه بر افزایش امکان خطا، این محاسبات بسیار وقت‌گیر خواهند بود؛ لذا در این راستا می‌توان از الگوریتم‌های فرا ابتکاری نیز بهره برد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از زحمات اساتید محترم و تمامی متخصصان حوزه کشاورزی منطقه سیستان سپاسگزاری می‌شود.

References

1. Adeli Sardooei, M., Hayati, B., Zarifian, S., & Hosseini Nasab, S.D. (2011). Factors effecting sustainability of agriculture practices in Jiroft County (Case study: onion, potato and tomato). *Journal of Agricultural Economics and Development*, *25*(4). (In Persian). https://doi.org/10.22067/jead2.v0i0.12185
2. Afrous, A., & Abdollahzadeh, G. (2011). Assessing factors affecting on sustainability of agriculture a case of Dezful County, Southwest Iran. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, *5*(11), 1444-1449.
3. Afzali, Z., & Zare Mehrjerdi, M. (2021). Investigating the impact of corona on the decline of agricultural cooperatives business. *Journal of International Business Administration*, *4*(3), 91-103. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22034/jiba.2021.45467.1681
4. Ahmadyan, A. (2021). The effect of the corona virus on agriculture, industry and services in the DSGE model. *The Journal of Economic Policy*, *13*(25), 181-211. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22034/epj.2021.15351.2138
5. Barichello, R. (2020). The COVID-19 pandemic: Anticipating its effects on Canada's agricultural trade. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, *68*(2), 219-224.
6. Cheng, H., Chen, C., Wu, S., Mirza, Z.A., & Liu, Z. (2017). Emergy evaluation of cropping, poultry rearing, and fish raising systems in the drawdown zone of Three Gorges Reservoir of China. *Journal of Cleaner Production*, *144*, 559-571.
7. FAO. (2020). *Coronavirus Food Supply Chain Under Strain What to do?* http://www.fao.org/3/ca8308en/ca8308en.pdf
8. Fathi, M.R., & Sadeghi, R. (2021). Identifying and ranking the key success factors of the block chain in the sustainable supply chain of the food industry with the integrated approach of interpretive structural modeling and fuzzy dematerialization. *ANDISHEH AMAD*, *20*(76), 175-202. (In Persian)
9. Frederico, G.F. (2021). Towards a supply chain 4.0 on the post-COVID-19 pandemic: a conceptual and strategic discussion for more resilient supply chains. *Rajagiri Management Journal*.
10. Galanakis, C.M. (2019). *Lipids and Edible Oils: Properties, processing and applications*. Academic Press.
11. Hashemi Fesharaki, M., & Safarzadeh, H. (2022). Modeling the sustainable supply chain network design for food-agricultural industries considering social and environmental impacts. *Comput Intell Neurosci*, *2022*, 6726662. https://doi.org/10.1155/2022/6726662
12. Hashemi Nejad, A., Abdeshahi, A., Ghanian, M., & Khosravipour, B. (2020). Analyzing factors affecting wheat production risk in Iran. *Journal of Agricultural Economics and Development*, *33*(4), 329-338. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jead2.v33i3.66850
13. Husenov, B., Asaad, S., Muminjanov, H., Garkava-Gustavsson, L., Yorgancillar, A., & Johansson, E. (2017). Evaluation and managing wheat seed-borne diseases: Options and suggestions from the case of Tajikistan. *Cereal Research Communications*, *45*(1), 124-138.
14. Husenov, B., Otambekova, M., Muminjanov, H., Morgounov, A., Asaad, S., Gustavsson, L., & Johansson, E. (2020). Constraints and perspectives for sustainable wheat production in Tajikistan. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *4*. https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00027
15. Karmaker, C. L., Ahmed, T., Ahmed, S., Ali, S.M., Moktadir, M.A., & Kabir, G. (2021). Improving supply chain sustainability in the context of COVID-19 pandemic in an emerging economy: Exploring drivers using an integrated model. *Sustainable Production and Consumption*, *26*, 411-427.
16. Khan, S.A.R., Dong, Q., Zhang, Y., & Khan, S.S. (2017). The impact of green supply chain on enterprise performance: In the perspective of China. *Journal of Advanced Manufacturing Systems*, *16*(03), 263-273.
17. Kiani Mavi, R., Goh, M., & Zarbakhshnia, N. (2017). Sustainable third-party reverse logistic provider selection with fuzzy SWARA and fuzzy MOORA in plastic industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *91*(5), 2401-2418. https://doi.org/10.1007/s00170-016-9880-x

18. Maggo, D. (2020). *Impact of COVID-19 on smallholder farmers – insights from India*. WBCSD news articles and insights. https://www.wbcsd.org/Overview/News-Insights/WBCSD-insights/Impact-of-COVID-19-on-smallholder-farmers-in-India#
19. Meemken, E.-M., Barrett, C.B., Michelson, H.C., Qaim, M., Reardon, T., & Sellare, J. (2021). Sustainability standards in global agrifood supply chains. *Nature Food*, *2*(10), 758-765.
20. Nations, U. (2020). *Sustainable Development Knowledge Platform*. Department of Economic and Social Affairs. https://sustainabledevelopment.un.org/
21. Negri, M., Cagno, E., Colicchia, C., & Sarkis, J. (2021). Integrating sustainability and resilience in the supply chain: A systematic literature review and a research agenda. *Business Strategy and the Environment*, *30*(7), 2858-2886. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/bse.2776
22. Panjeh Fouladgaran, H.R., & Bahiraie, N. (2014). Role of critical success factors in sustainable supply chain management. *International Journal of Applied Research in Industrial Engineering*, *16*, 320-328.
23. Rahmani, A., Vaziri Nezhad, R., Ahmadi Nia, H., & Rezaeian, M. (2020). Methodological principles and applications of the Delphi method: A Narrative review *RUMS_JOURNAL*, *19*(5), 515-538. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.29252/jrums.19.5.515
24. Rajak, S., Mathiyazhagan, K., Agarwal, V., Sivakumar, K., Kumar, V., & Appolloni, A. (2021). Issues and analysis of critical success factors for the sustainable initiatives in the supply chain during COVID-19 pandemic outbreak in India: A case study. *Research in Transportation Economics*, 101114.
25. Rezaeian, M. (2019). Getting to Know the Delphi Method [Research]. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*, *17*(12), 1093-1094. (In Persian)
26. Rezaeifar, M.R., Zare Mehrjerdi, M.R., Nezamabadi-pour, H., & Mehrabi Boshr Abadi, H. (2023). Designing a sustainable development model for agricultural sector under critical circumstances (COVID-19 Pandemic): A fuzzy approach. *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, *20*(2), 173-200. https://doi.org/10.22111/ijfs.2023.7565
27. Sardar Shahraki, A., & Ghaffari Moghdam, z. (2023). Analysis of types of efficiency with risk of wheat production in Sistan region. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, *54*(1), 201-220. https://doi.org/10.22059/ijaedr.2022.341903.669143
28. Sarfarazi, M., Jafari, S.M., Rajabzadeh, G., & Galanakis, C.M. (2020). Evaluation of microwave-assisted extraction technology for separation of bioactive components of saffron (*Crocus sativus* L.). *Industrial Crops and Products*, *145*, 111978.
29. Sharghi, T., Hassan, S., & Eftekhari, A. (2010). Effective factors in achieving sustainable agriculture. *American Journal of Agricultural and Biological Science*, *5*. https://doi.org/10.3844/ajabssp.2010.235.241
30. Sharma, R., Shishodia, A., Kamble, S., Gunasekaran, A., & Belhadi, A. (2020). Agriculture supply chain risks and COVID-19: mitigation strategies and implications for the practitioners. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 1-27.
31. Si, S.-L., You, X.-Y., Liu, H.-C., & Zhang, P. (2018). DEMATEL technique: A systematic review of the state-of-the-art literature on methodologies and applications. *Mathematical Problems in Engineering*, *2018*, 3696457. https://doi.org/10.1155/2018/3696457
32. Sridhar, A., Balakrishnan, A., Jacob, M.M., Sillanpää, M., & Dayanandan, N. (2022). Global impact of COVID-19 on agriculture: role of sustainable agriculture and digital farming. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-17.
33. Tahmasbi Roshan, N., Abadi Morovati Sharif, A., Mirghafoori, S.H., & Mir Fakhreddini, S.H. (2019). Role of sustainable supply chain management dimensions on sustainability of Mazandaran Province agricultural cooperatives. *Co - Operation and Agriculture*, *8*(29), 1-34. (In Persian with English abstract). https://doi.org/https://doi.org/20.1001.1.27835464.1398.8.29.1.8
34. Vrtagić, S., Softić, E., Subotić, M., Stević, Ž., Dordevic, M., & Ponjavic, M. (2021). Ranking road sections based on MCDM model: New improved fuzzy SWARA (IMF SWARA). *Axioms*, *10*(2), 92.
35. Workie, E., Mackolil, J., Nyika, J.M., & Ramadas, S. (2020). Deciphering the impact of COVID-19 pandemic on food security, agriculture, and livelihoods: A review of the evidence from developing countries. *Current Research in Environmental Sustainability*, *2*, 100014-100014.
36. Yang, M., Movahedipour, M., Zeng, J., Xiaoguang, Z., & Wang, L. (2017). Analysis of success factors to implement sustainable supply chain management using interpretive structural modeling technique: A real case perspective. *Mathematical Problems in Engineering*.
37. Zolfani, S.H., Görçün, Ö.F., & Küçükönder, H. (2021). Evaluating logistics villages in Turkey using hybrid improved fuzzy SWARA (IMF SWARA) and fuzzy MABAC techniques. *Technological and Economic Development of Economy*, *27*(6), 1582-1612.